

Las bombardas, los chorros y la representación del movimiento parabólico

OMAR DÍAZ SALDAÑA *



La Nueva Ciencia, Nicolo Tartaglia

Resumen

Se indaga en estas reflexiones el significado de la imagen como testimonio histórico y se evalúa críticamente la concepción clásica de la historiografía de la ciencia orientada hacia la “invisibilidad de lo visual”. Haciendo uso de la metodología iconográfica e iconológica se investiga el desfase entre las representaciones artística y teórica ligadas al movimiento parabólico de las bombardas y los chorros. En el marco de la gran transformación que se produjo en el pensamiento científico en los siglos XVI y XVII, se estudian las representaciones, tanto la elaborada por Niccolo Tartaglia, teórico de la balística, como de artistas de la época. Finalmente, se avanza en la diferenciación cognoscitiva de las representaciones, una ligada al “ojo como ventana del alma” y la otra articulada al pensamiento abstracto.

Palabras clave: iconología, imagen, representación, lo visual, lo abstracto, las bombardas, los chorros, movimiento parabólico, Tartaglia.

* Master en Enseñanza de las Ciencias. Director-Editor de la revista *El Hombre y la Máquina*. Docente del Departamento de Filosofía de la Universidad del Valle. maquina@uao.edu.co

Fecha de recepción: Enero 30 de 2006, Fecha de aprobación: Marzo 21 de 2006

Abstract

In these reflections the meaning of the image as historical testimony is investigated and the classic conception of the historiography of science guided towards the “invisibility of the visual thing” is critically evaluated. Applying the iconographic and iconological methodology the gap among the artistic and theoretical representations linked to the parabolic movement of the bombards and the spouts is investigated. In the frame of the great transformation that took place in the scientific thought in the XVI and XVII centuries, the representations are studied, including the one elaborated by Niccolò Tartaglia, theoretician of ballistics, as well as the ones from artists of that time. Finally advance is made in the cognitive differentiation of the representations, one bound to the “eye as window of the soul” and the other one related to the abstract thought.

Key words: iconology, image, representation, the visual thing, the abstract thing, the bombards, the spouts, parabolic movement, Tartaglia.

A Niccolò Fontana, un niño de doce años, vivaz y alegre, quien vivió en los comienzos del siglo XVI, en un mundo donde el saqueo, la piratería y los fantasmas de la guerra asechaban por doquier, le tocó llevar a costas el sino de su

época. El 19 de febrero de 1512 las tropas francesas irrumpieron en territorio veneciano, en la tranquila ciudad de Brescia, lanzándose a un saqueo desenfrenado y violentando sin discriminación a la población civil. Entre sus atrocidades se cuentan los golpes, contusiones y lesiones a Niccolò, que “gracias al destino logró sobrevivir”, sin embargo, quedó marcado para siempre con un defecto en el habla, por lo cual lo apodaron “il Tartaglia”, el tartamudo. Quizá por su condición le agradó el mundo abstracto de las formas y estudiando por su cuenta avanzó rápidamente en la comprensión y entendimiento de las estructuras matemáticas. Así, terminó abriendo un despacho de matemático primero en Verona y después en Venecia, donde consiguió numerosos estudiantes que le indagaban sobre los fundamentos y aplicaciones de la geometría, la aritmética y el álgebra. Poseía una gran facilidad para realizar cálculos y avanzar originalmente en la solución de problemas difíciles, especialmente de álgebra, alcanzando una enorme celebridad; tanta, que fue reconocido en su pueblo como el Arquímedes de la época.

En 1537 Niccolò Tartaglia publica *La Nuova Ciencia* que, como su nombre lo indica, pretende inaugurar una ciencia nueva; se trata de la ciencia de la balística.¹ Se propone entonces Tartaglia construir la ciencia de la balística y responder los interrogantes en el propósito de comprender teóricamente el movimiento de los proyectiles lanzados por las máquinas de la guerra, por las bombardas que sembraban de

terror y muerte las ciudades, los campos y los mares en el Renacimiento. Ya en 1350 Petrarca, quizás premonitoriamente, nos presenta una imagen de los tiempos por venir: “Estos artillugios que disparan balas con horrisono fragor y llamaradas de fuego... eran, hace algunos años, muy escasos y se lo contemplaba con gran asombro y admiración, pero ahora son tan comunes y familiares como cualquiera otra clase de armas. ¡Cuán ágiles e ingeniosas son las mentes de los hombres para aprender las artes más perniciosas!”² Pero después de casi dos siglos de haber escrito Tartaglia *La Nuova Ciencia*, las tensiones entre las naciones europeas se habían agudizado y la industria de la artillería se desarrollaba construyendo enormes cañones que “poseían una gran bombardas que disparaba piedras de enorme peso, originando tal ruido que parecía que se hallaban presentes todos los diablos del infierno”.³

La formación de los estados nacionales europeos en el siglo XV, con la necesidad de fortalecer los poderosos ejércitos y flotas navales para enfrentar las incesantes guerras, las exploraciones geográficas y de ultramar, incrementó decididamente la demanda de cañones, lográndose no sólo hacer más floreciente el comercio de hierro, cobre y de artillería de bronce, sino que la producción de cañones fue acompañada con el progreso tecnológico. Cualesquiera que fueran las razones del éxito tecnológico, lo que se sabe es que redundó en el fortalecimiento económico del capitalismo. Con razón se ha indicado:

¹ En relación con la paternidad de la nueva ciencia, Alexandre Koyré afirma: “Ahora bien, aunque sin duda exagera al pretender ser su inventor –Leonardo da Vinci se había ocupado de esto mucho antes que él–, no es menos cierto que fue el primero también en someter a un tratamiento matemático, es decir geométrico, algo que hasta entonces no era más que un arte puro y simplemente empírico. Por eso mismo *La Nuova Scientia* señala una fecha, y los méritos de Tartaglia siguen siendo enormes, aunque las teorías que expone en ella sean completamente falsas. Pero la posesión de una teoría, incluso falsa, constituye un enorme progreso con relación al estado preteórico”. Alexandre Koyré *Estudios de Historia del Pensamiento Científico. La Dinámica de Niccolò Tartaglia*. Siglo XXI Editores, México, 1982, p. 103.

² Petrarca, *De Remedii lib. I*, diál. 99; citado por Carlo M. Cipolla en, *Las máquinas del tiempo y de la guerra*, Editorial Crítica, Barcelona, 1999, pp. 94–95.

³ *Ibid.*, p. 96. Es bien importante en el desarrollo de este ensayo el aporte de la investigación realizada por Carlo M. Cipolla sobre las máquinas de la guerra en el marco de la génesis del capitalismo. Véase al respecto el libro II. *Cañones y Velas*, del mencionado autor y que aparece publicado en el libro *Las máquinas del tiempo y de la guerra*.

Leonardo. *Códice Atlántico*, fol.9 a.A., Biblioteca Ambrosiana

“la fabricación de cañones era el objetivo más provechoso de la industria del hierro en el siglo XVI”.⁴ Se conjuga y fortalece el desarrollo de la producción de artillería con la expansión europea y con el hecho de que la política colonial de las potencias se anclaba en la fuerza y en el terror en ultramar, requisito para someter en nombre de la cruzada cristiana a los pueblos nativos, pues se trataba de “servir a Dios y a Su Majestad, para llevar la luz a los que se hallaban en tinieblas y para tratar de enriquecerse, que es lo que desea cualquier hombre”.⁵ A diferencia de la conciencia de la Europa medieval los conquistadores hicieron de la cruz y las bombardas una reconciliación exitosa: la religión y los negocios; ambos eran motivos que impelían a la gente a surcar los mares y les inflamaba de fuerza y entusiasmo. “Las convicciones religiosas alimentaron la audacia en el combate, la resignación ante las pruebas y la crueldad después de la victoria. Pero, misioneros aparte, cuando los europeos emprendían el peligroso viaje, soñaban más en Momo, dios de las riquezas, que en

llevar la luz a las almas en tinieblas”.⁶ Ciertamente la expansión europea fue en esencia una aventura comercial y su tono marcadamente mercantil fue el motivo básico escondido bajo el ropaje de la civilización. “La religión facilitó el pretexto y el oro el móvil”.

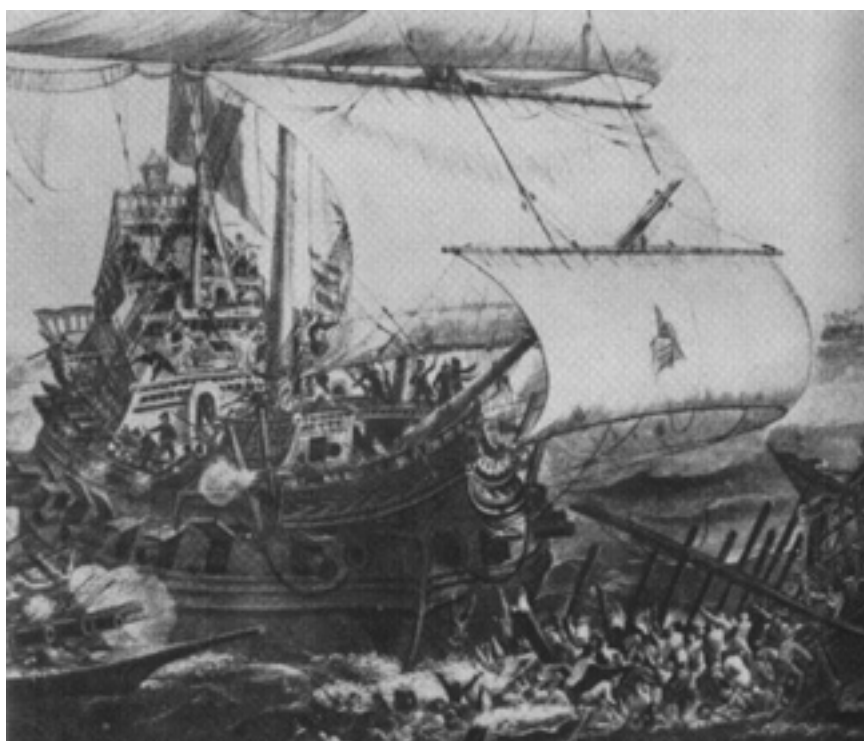
Los cañones de los barcos que surcaban los mares con destino al fortalecimiento del dominio colonial fueron el instrumento que hizo posible el éxito de la saga europea. Los barcos armados de cañones le permitían a una tripulación reducida manejar masas de energía con una eficiencia nunca antes vista en los campos de batalla; le imprimían a una masa inanimada un considerable impulso para la destrucción. Una gran transformación se producía en el orden del uso de la energía en la guerra; expiraba la era de la energía humana en el combate cuerpo a cuerpo y comenzaba a utilizarse la máquina para transformar la energía y aumentar su poder destructivo. El predominio europeo tuvo en los barcos armados de artillería pesada la estrategia fundamental de guerra, pues “los combates navales de

nuestros días rara vez llegan al abordaje o al empleo intenso de arcos, flechas, pistolas y sables, sino que se llevan a cabo por la artillería pesada”.⁷ Sólo al rumor de la llegada de las carabelas, las carracas o los galeones de los nuevos invasores, “los barcos nativos desaparecen sin dejar rastro e incluso los pájaros cesan de revolotear sobre las aguas”. En muchas ocasiones sobaban las ruidosas balas de cañón y se salvaban vidas que se ponían al servicio de la esclavitud. “Los mapas muestran mejor que cualquier descripción verbal que hasta el siglo XVIII las posesiones europeas en todo el mundo consistían más que nada en bases navales y fortalezas costeras”.⁸ Sin duda la expansión marítima europea allanó el camino de la revolución industrial. Por otro lado, la industria de la artillería ponía al orden del día la necesidad de construir la ciencia de las bombardas; una teoría que diera cuenta de la forma de la trayectoria y del ángulo de proyección necesario para el alcance máximo de los proyectiles.

Niccolo Tartaglia daría entonces comienzo a la ciencia de los proyectiles. En la epístola de la dedicatoria a *La Nueva Ciencia*, ofrecida al Duque excelentísimo de Urbino y de Sora, señala su programa de investigación: “Señor Duque, viviendo en Verona en el año de MDXXXII me fue encargado por mi íntimo y cordial amigo, experto bombardero (hombre atemperado y poseedor de muchas virtudes) en Castell Vecchio el modo de dar orientación a una pieza de artillería para que el tiro fuera el mejor. Y si bien en este arte no poseía yo experiencia alguna (porque en ver-

⁴ Ibid., p.109.⁵ Ibid., p.176.⁶ Ibid., p.176.⁷ Ibid., p.180.⁸ Ibid., p.184.

dad, excelente Duque, jamás hice una descarga de artillería, arcabuz, bombardas ni fusil), sin embargo (deseoso de servir al amigo) prometí darle en breve una respuesta con la solución”.⁹ Tartaglia aspira demostrar mediante razones matemáticas y geométricas, siguiendo el modelo euclideo, presentando primero definiciones, seguidas de suposiciones y nociones comunes para luego deducir los teoremas de la nueva ciencia, las características del movimiento de “las bombardas” proyectados por “las máquinas de la guerra”.¹⁰ El “librito” de Tartaglia no trata el movimiento en el sentido medieval, no se preocupa por desentrañar la naturaleza del movimiento y, recogiendo la tradición empírica del artillero como reza en la dedicatoria, sólo trata de los cuerpos “igualmente graves”, pues un grave es aquel “que según la gravedad de la materia, y la forma de ella (la materia), no es susceptible de experimentar una oposición sensible del aire en su movimiento”.¹¹ Se trata entonces de cuerpos prácticamente esféricos hechos de plomo, hierro, piedra o de otro material similar pero de peso semejante. Dicho de otro modo, Tartaglia nos está hablando de “las bombardas”, es decir, de las balas de cañón. Un siglo después, en 1638, Galileo Galilei logra asir conceptualmente el movimiento de los graves y funda ahora sí, de manera científica, la ciencia de los proyectiles; sin embargo, “*La Nova Scientia* señala una fecha, y los méritos de Tartaglia siguen siendo enormes, aunque las teorías que



Concepto atlántico de la guerra naval: el barco de vela vence a las galeras, en una pintura del artista holandés Hendrik Cornelisz Vrooms.

exponga en ellas sean completamente falsas: las ciencias, hablando en general, comienzan siempre con teorías falsas. Pero la posesión de una teoría, incluso falsa, constituye un enorme progreso con relación al estado preteórico”.¹² A pesar de que su trabajo se ancla en la tradición empírica y práctica de la época, él se distancia de las recetas producidas por los fabricantes de cañones y, “más ambicioso que los artilleros y los constructores de cañones, Tartaglia sí pretende esbozar una teoría que sustente que *La Nueva Ciencia* sea precisamente eso, una ciencia”.¹³ Pero ese distanciamiento no lo coloca por fuera de la concepción mecanicista del mundo

y de la significación de la máquina como elemento fundamental en la comprensión del movimiento de proyectiles, puesto que la “potencia movilizadora es cualquier máquina artificial o materia que sea apta para empujar o lanzar un cuerpo igualmente grave violentamente por el aire”.¹⁴ Esta manera de mirar el movimiento rompe con la concepción escolástica, ya que desde ese marco de referencia Tartaglia convierte la máquina en un elemento esencial en la descripción del movimiento de los graves, entrando a formar parte constitutiva de la teoría, correspondiendo a la corriente que en el siglo XVI había adquirido gran importancia, ligada al trabajo de los

⁹ Nicolo Tartaglia, *La Nueva Ciencia*. Estudio introductorio, traducción directa del italiano y notas de J. Rafael Martínez – E y J. César Guevara Bravo, Colección Mathema, Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F., 1998, p.57.

¹⁰ En este apartado se recoge de manera esquemática la presentación que hacen J. Rafael Martínez – E. y J. César Guevara Bravo, en la introducción a *La Nueva Ciencia*, *Ibid.*, pp. 30–42, en las cuales trata de los aspectos generales de la balística de Niccolo Tartaglia. De igual forma este ensayo le debe su inspiración al texto de Alexandre Koyré sobre la dinámica de Niccolo Tartaglia, publicado en sus *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*.

¹¹ Niccolo Tartaglia, *La Nueva Ciencia*, Op. Cit., p.67.

¹² Alexandre Koyré, *La Dinámica de Niccolo Tartaglia*, en *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*, Op. Cit., p.103.

¹³ Estudio introductorio, Niccolo Tartaglia, *La Nueva Ciencia*, Op. Cit., p.30.

¹⁴ *Ibid.*, p.72.



Alegoría de la Guerra y la Paz. Grabado de autor anónimo, 1459.

ingenieros y artesanos, pues era, sin duda, la época del surgimiento de la máquina y de los utensilios e instrumentos como extensiones del hombre, propios para indagar el mundo. “Podría decirse que *La Nueva Ciencia* es una obra clave para el reemplazo del filósofo natural por el filósofo mecanicista”.¹⁵

Niccolo Tartaglia aborda el problema de la forma de la trayectoria de los cuerpos graves lanzados con movimiento violento a través

del aire por máquinas artificiales, y en *La Proposición V* del libro I de *La Nueva Ciencia* afirma: “Ningún cuerpo igualmente grave puede recorrer ningún espacio de tiempo o de lugar con movimiento natural y movimiento violento en forma simultánea”.¹⁶ Esa manera de concebir el movimiento de los proyectiles cancela la posibilidad de que se diera un movimiento mixto o compuesto; quizá esta concepción podría entenderse en el marco de referencia aristotélico en el que sería

contradictorio o absurdo pensar que un cuerpo, o en este caso un grave, estuviese sometido a dos tipos de movimiento de tal manera que la velocidad permaneciese constante y en otro sentido variara constantemente. Tartaglia plantea una trayectoria “tripartita”: una parte rectilínea que corresponde a la etapa en que el movimiento violento se mantiene puro; le sigue una segunda parte donde se desvanece el movimiento violento y “entra en conflicto con el movimiento natural” y, finalmente, cae con movimiento natural. Tartaglia elabora su conceptualización sobre la trayectoria tripartita¹⁷, y nos presenta una representación gráfica de la trayectoria del grave que es lanzado violentamente. El dibujo sirve sustancialmente para entender a qué trayectoria hace referencia Tartaglia cuando examina los tres momentos en los cuales la divide. Ciertamente, si bien la representación gráfica a través de la línea ABCDEF es eminentemente cualitativa, tiene una gran importancia desde el punto de vista del papel que juega la imagen en la historia del pensamiento científico moderno. Se trata del contenido cognoscitivo de la imagen, de lo que ella puede aportar a la comprensión de la naturaleza y particularmente al movimiento de los cuerpos proyectados violentamente. La importancia de la imagen en el estudio y comprensión del pensamiento científico moderno y de manera especial en relación con el movimiento de proyectiles cobra mayor relevancia si examinamos el frontispicio de *La Nueva Ciencia*, en el cual podemos observar dos balas de cañón cuyas trayectorias

¹⁵ Ibid., p.32.

¹⁶ Ibid., p.83.

¹⁷ Véase al respecto el detallado análisis que realiza Alexandre Koyré en su ensayo *La Dinámica de Niccolo Tartaglia*, en *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*. Examinando el problema de la trayectoria Alexandre Koyré afirma: “la trayectoria del cuerpo lanzado oblicuamente en el aire se presentaría como si describiera al principio una línea recta después una curva (arco de círculo), luego de nuevo una recta (figura 1). La solución de Tartaglia, lo vemos bien, es completamente tradicional; pero, diga lo que diga, no se desprende en modo alguno un principio que ha afirmado con tanto vigor. Por el contrario de la imposibilidad del movimiento mixto debería resultar una trayectoria completamente distinta, angular; el cuerpo debería seguir un recorrido rectilíneo hasta que hubiese alcanzado el punto de velocidad mínima que marca el final del movimiento violento; después, volver a bajar en línea recta y con movimiento natural hasta el suelo (figura 2). ¿Por qué, en efecto, la trayectoria habría de curvarse hacia abajo? La teoría del movimiento “mixto” podría explicarlo. Tartaglia no puede.” pp.108–109.



poco tienen que ver con la trayectoria tripartita de Tartaglia. Este hecho histórico es una fuente inigualable para el estudio del desfase entre el pensamiento ligado a lo visual, al ojo como “ventana del alma” y el pensamiento abstracto, teórico. Se presenta en este episodio una tensión, una dialéctica entre la representación del artesano, del artista, del dibujante, quien se orienta por lo que ve, y el científico que se nutre de la tradición teórica, conceptual de la ciencia del movimiento y, donde lo que “ve” está profundamente sesgado por su estructura mental y específicamente por su marco conceptual.¹⁸

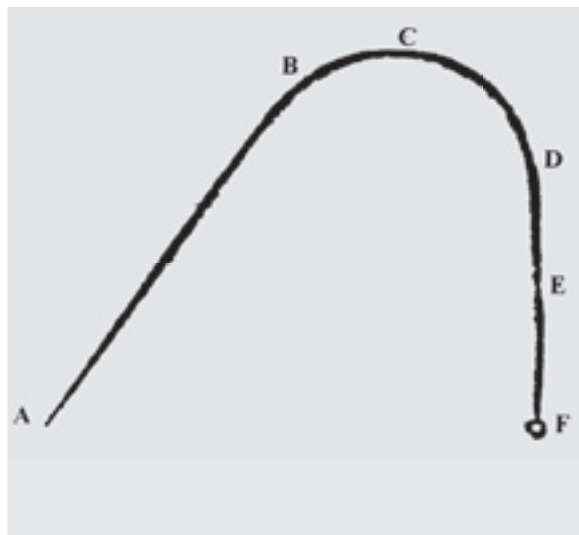
¿Qué orienta al dibujante a representar parabólicamente la trayectoria de las bombardas? ¿Cómo está ligado el trabajo práctico en la representación de la trayectoria de las balas de cañón? ¿Por qué Tartaglia no “vio” lo mismo que el dibujante que tuvo a cargo el frontispicio de *La Nueva Ciencia*? ¿En qué radica el desfase, presentado en *La Nueva Ciencia* de Tartaglia, entre la visión de los artistas y las especulaciones teóricas de los geómetras? ¿Qué orienta a que determinados esquemas perceptivos elaborados por los artistas sean más realistas? ¿Qué importancia tienen los dibujos de curvas continuas de la trayectoria de los proyectiles en el socavamiento del pensamiento escolástico y medieval sobre el movimiento? ¿En qué influye la imposibilidad de percibir directamente el desplazamiento de una bala de cañón, en la representación gráfica de su trayectoria? ¿Qué papel juega el presupuesto teórico de la imposibilidad de la combinación



Grabado de Ceuta (s. XV). Oficina Portuguesa de Comercio. Londres.

de dos tipos de movimiento en la percepción del movimiento de las balas de cañón? ¿Por qué a Niccolò Tartaglia le costaba admitir que el movimiento de los proyectiles pudiese ser mixto, es decir, a la vez “natural” y “violento”? ¿La diferencia entre la representación en imágenes y en conceptos hace evidente que la discontinuidad entre los “niveles cognoscitivos” sea radical? ¿Por qué en ocasiones la abstracción teórica se retrasa en relación a la “intuición sensible”? ¿Las representaciones gráficas sobre el movimiento de proyectiles pudieron contribuir a la formulación científica del movimiento parabólico en el siglo XVII? Desde el punto de vista cognoscitivo ¿qué separa al arte de

¹⁸ En el marco de la filosofía de la ciencia contemporánea, estoy hablando del siglo XX, se ha insistido en lo problemático que es el examen de la noción de observación. Me parece significativa la indagación que construye Thomas Kuhn y que presenta en su clásico libro *La Estructura de las Revoluciones Científicas* de 1962; él manifiesta: ¿Es fija y neutra la experiencia sensorial? ¿Son las teorías simplemente interpretaciones hechas por el hombre de datos dados? El punto de vista epistemológico que con mucha frecuencia dirigió la filosofía occidental durante tres siglos, sugiere un sí inequívoco e inmediato. En ausencia de una alternativa desarrollada, creo imposible abandonar completamente ese punto de vista. Sin embargo, ya no funciona efectivamente y los intentos para que lo haga, mediante la introducción de un lenguaje neutro para las observaciones, me parece por ahora carentes de perspectivas” Thomas Kuhn, *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, Fondo de Cultura Económica, Santafé de Bogotá, D. C. Colombia, 1996, p.197.



la ciencia? Con estas preguntas, que no agotan el problema que hemos planteado relativo a las representaciones tanto artística como teórica, al profundo desfase entre diferentes maneras del sujeto de aprehender la naturaleza y la realidad, se desea resaltar lo complejo del problema y la importancia del significado de “la imagen como documento histórico”¹⁹, en el propósito de construir una lectura no ortodoxa de la historia de las ciencias y particularmente la historia de la mecánica.

Indagar la diversidad de representaciones relativas al movimiento

de los graves lanzados violentamente por el aire adquiere mayor relevancia, toda vez que la historiografía clásica de la ciencia²⁰ se ha orientado hacia la “invisibilidad de lo visual”. Así, cuando los historiadores de la ciencia utilizan imágenes suelen tratarlas como simples ilustraciones, reproduciéndolas como suplemento o, quizá en ocasiones, como complemento

del texto y de las formulaciones cuantitativas matemáticas. El desarrollo de investigaciones detalladas y particulares sobre el papel de la imagen en la evolución del pensamiento científico en general y del moderno en particular, creo que ayudaría a la construcción de una visión más integral de la Historia de las Ciencias. Este ensayo pretende contribuir en ese sentido al examen del significado de la imagen ligado a la comprensión de la ciencia del movimiento de los proyectiles. Se trata entonces de “leer las imágenes”. Pero, ¿puede traducirse en palabras el significado de las imágenes? Aunque aceptemos que las imágenes tienen algo qué decirnos, algo qué comunicar, sin embargo, quizás hay cierta

“irreductibilidad” biunívoca entre ellas y las palabras.²¹ Sin embargo, las imágenes creadas tienen un mensaje y su interpretación se hace importante a la hora de estudiarlas como “testimonio histórico”. La iconografía tiene como objeto de estudio, precisamente, la interpretación de las obras de arte.²² A través de la iconografía como método de investigación se identifican formas, configuraciones en tanto representaciones de objetos, identificando sus relaciones y construyendo los acontecimientos, captando ciertas expresiones como la postura de un personaje, o el gesto de su mano, o su mirada, o la atmósfera del espacio interior en el cual se desarrolla la escena. En el estudio iconográfico la numeración de los objetos y su relación, de manera general, no agotan la investigación, completándose con los temas y conceptos específicos manifiestos en las historias y alegorías, tales como son transmitidas por las fuentes literarias, es decir, por la tradición cultural, pues la obra de arte se articula decididamente con la cultura de los pueblos. Sin embargo, “sea cual fuere el nivel sobre el cual nos situemos, nuestras identificaciones e interpretaciones dependen de nuestro bagaje subjetivo, y justamente por tal razón deberán ser rectificadas y corregidas por la investigación acerca de los procesos

¹⁹ Véase al respecto Peter Burke, *Visto y no Visto*. Texto en el cual el famoso historiador de Cambridge, quien nos ha regalado ejemplares reflexiones sobre el Renacimiento, examina el papel que juegan las imágenes en el estudio de la historia. “El interés fundamental del presente volumen es –afirma Burke– el uso de la *imagen como documento histórico*”. Editorial Crítica, Barcelona, España, 2005, p.11.

²⁰ Basta señalar la tradición historiográfica que representan los trabajos de Alexandre Koyré y lo que ella ha generado como vector en la investigación sobre la historia de la ciencia y concretamente sobre los siglos XVI y XVII, caracterizada por la “invisibilidad de lo visual”, concibiendo el desarrollo de la ciencia, su evolución, en el marco de lo estrictamente racional y analítico. La concepción de Koyré se patentiza en su tesis, muy conocida y también muy criticada, que reza: “La buena física se hace a priori. La teoría precede al hecho. La experiencia es inútil, porque antes de toda experiencia poseemos ya el conocimiento que buscamos. Las leyes fundamentales del movimiento (y del reposo), leyes que determinan el comportamiento espacio – temporal de los cuerpos materiales, son leyes de naturaleza matemática. De la misma naturaleza que las que gobiernan las relaciones y leyes de las figuras y los números. Las encontramos y descubrimos no en la naturaleza, sino en nosotros mismos, en nuestra inteligencia, en nuestra memoria, como Platón nos lo ha enseñado”. *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*, Op. Cit., p.194. En esa línea podemos también traer a colación entre otros textos: de A. Rupert Hall, *La Revolución Científica 1550–1750*; *La Gran Cadena del Ser* de A. O. Lovejoy; *A History of Mechanics* de René Dugas; el *Nacimiento de una nueva física* de I. B. Cohen y la monumental obra *Historia General de las Ciencias*, dirigida por R. Taton.

²¹ En palabras de Michel Foucault: “La relación del lenguaje con la pintura es una relación infinita. No porque la palabra sea imperfecta y, frente a lo visible, tenga un déficit que se empeñe en vano por recuperar. Son irreductibles una a otra: por bien que se diga lo que se ha visto, lo visto no incide jamás en lo que se dice, y por bien que se quiera hacer ver, por medio de imágenes, metáforas, de comparaciones, lo que se está diciendo, el lugar en el que ellas resplandecen no es el que despliega la vista, sino el que definen las sucesiones de la sintaxis”. Michel Foucault, *Las palabras y los cosas. Una arqueología de las ciencias humanas*, Planeta – Agostini, Barcelona, España, 1984, p.19.

²² La iconografía e iconología como nociones aparecieron en el campo de la historia del arte alrededor de los años veinte del siglo pasado. Ya el libro sobre imágenes del Renacimiento, publicado por Cesare Ripa en 1593, llevaba el título de *Iconología*, mientras que la palabra “iconografía” se usaba ya a comienzos del siglo XIX. Por la década del treinta del siglo pasado la práctica iconográfica se articula a una crítica al análisis eminentemente formal de la pintura en términos de la composición o colorido a expensas del significado. La iconografía rompe con el realismo fotográfico de la cultura del instante. La iconografía hace hincapié en el contenido intelectual de las obras de arte, en la filosofía, teología o ciencia que llevan implícitas.

históricos cuya suma constituye lo que puede llamarse tradición”.²³ La metodología iconográfica, entendida en sentido general, atraviesa por tres momentos en el proceso cognoscitivo por aprehender la obra. La primera etapa precisa de la descripción de los objetos y sus relaciones en tanto constituyen el mundo de los motivos artísticos; en un segundo lugar el análisis propiamente iconográfico el cual constituye el mundo de la historia en tanto conocimiento de tradición y que requiere cierta familiaridad con los conceptos y temas específicos propios de lo representado; y finalmente el nivel propiamente interpretativo mediante el cual se articula la obra de arte a las “formas simbólicas”,²⁴ en tanto hace parte de la cultura y debe ser pensada teniendo en cuenta las condiciones históricas de la subjetividad, la cual se expresa a través de los temas y conceptos específicos. “Pero debemos tener presente que las categorías claramente diferenciadas que, en este cuadro, parecen designar tres esferas independientes de significación, se refieren en realidad a los diferentes aspectos de un fenómeno único, o sea, a la obra de arte como una totalidad”.²⁵ Esta línea de indagación “interroga al cuadro” articulando el poder del logos, de la razón, con la actividad de ver, convocando al ojo como ventana del alma, pues por él “el entendimiento puede tener la más completa y magnífica visión de las infinitas obras de la naturaleza”.²⁶ Se orienta la iconografía no hacia la mera descripción de las imágenes, sino que se construye una “semán-

tica de las imágenes”; significado que depende conjuntamente de la obra y del marco interpretativo que se utilice.

Ahora sí, veamos el frontispicio de *La Nueva Ciencia* de Niccolo Tartaglia. ¡Qué hermoso testimonio de la época renacentista y de la aurora de los tiempos modernos! En él hay infinidad de detalles estrechamente relacionados con el pensamiento científico de comienzos del siglo XVI. Sobresale el significado alegórico de la representación plástica, inspirado en una vuelta a Platón y Aristóteles como pilares de la filosofía antigua e iluminadores de la nueva ciencia. En la imagen hay tres espacios bien diferenciados jerárquicamente: dos interiores, comunicables, y el espacio exterior donde habita el ignorante que, en la parte inferior izquierda, “intenta saltar la muralla apoyándose en una escalera tan corta que ni siquiera alcanza a atisbar lo que ocurre en el interior”. Euclides, en la parte inferior central, custodia la entrada a ese recinto Sancta Sanctorum del conocimiento. El conocimiento científico se funda en la geometría, en las figuras, en las proporciones, postulados, axiomas y teoremas que a través del razonamiento deductivo le confiere a la mecánica el veredicto de la verdad. No otro podría custodiar la entrada del “paraíso del saber”, pues Euclides se ocupa especulativamente de la aritmética y la geometría, disciplinas de las matemáticas puras, instrumentos para desentrañar los misterios de la naturaleza y que posibilitan la construcción de la ciencia natural.

Indagar la diversidad de representaciones relativas al movimiento de los graves lanzados violentamente por el aire adquiere mayor relevancia, toda vez que la historiografía clásica de la ciencia se ha orientado hacia la invisibilidad de lo visual.

²⁴ En la línea de investigación afín a la presentada por Erwin Panofsky, el filósofo Ernst Cassirer señaló categóricamente cómo el ser humano no se concibe solamente como un ser racional, sino también como un ser simbólico. Esta precisión aparece desarrollada en su ejemplar obra *La Filosofía de las Formas Simbólicas* y de manera sucinta en *Antropología Filosófica*. Las reflexiones de E. Cassirer sobre el papel de la representación, en tanto es de manera general, la puesta de “algo” en lugar de la “cosa”, es fundamental a la hora de pensar e interpretar las obras de arte. Sus indagaciones han nutrido en muy buena parte las líneas de este ensayo.

²⁵ Erwin Panofsky, *El Significado en Artes Visuales*, Op. Cit., p.58.

²⁶ Leonardo da Vinci, *Cuadernos de notas*, M. E. Editores, Madrid, 1995, p.11



El otro dice que tirará mucho más lejos con dos puntos menos de la escuadra (la cuál estaba dividida en 12 partes), tal y como aquí aparece

La Nueva Ciencia se afirma en la tradición renacentista, en el pasado reciente; ya Leonardo da Vinci había manifestado: “No lea mis principios quien no sea matemático”, paráfrasis de la sentencia que ondeaba en el umbral de la puerta de la Academia platónica en el siglo IV antes de nuestra era, en donde se leía: “Aquí no entre quien no sepa geometría”. Pero no sólo resuena el pasado en aquella figura que se yergue a la entrada, sino que también se escuchan los ecos de futuro, pues un siglo después Galileo Galilei concebiría uno de los grandes manifiestos de la ciencia moderna en el cual expresaría lapidariamente que: “el universo está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas sin cuya mediación es humanamente imposible comprender ni una palabra”. En el Cinquecento los *Elementos* de Euclides constituían el paradigma y el método para acceder al conocimiento verdadero, separando las llamadas ciencias matemáticas de aquellos otros saberes que no poseían la certeza de

su deducción lógica. Tartaglia hizo de ellos su “credo disciplinario” y proponiéndose educar, bajo esos supuestos, a los que deseaban entrar en el “recinto del saber” y no conocían el latín, tradujo y publicó en lengua vernácula, en 1543, los *Elementos* de Euclides, pues pretendía que “cualquier inteligencia mediocre pudiera entenderla, aún sin el conocimiento de alguna otra ciencia”.²⁷ En tanto que las disciplinas matemáticas y en particular la geometría y la aritmética son puras, “por sí mismas –diría Tartaglia– se sostienen, por sí mismas se verifican, por sí mismas se aprueban y no por el (peso) de la autoridad o la opinión de los hombres, como ocurre con otras ciencias, sino por la demostración”.²⁸ Euclides con su vejez y sabiduría porta un “folio” en sus manos. Sin duda son las notas manuscritas de los *Elementos*. Esta imagen se conjuga con la parte superior, en el santuario pequeño, en donde el pendón que ondea hace alusión a la Geometría y junto a él la Filosofía y Platón y Aristóteles.

Recorramos los espacios interiores del grabado. En el santuario superior la filosofía reina de las ciencias liberales, se encuentra en lo más alto presidiendo el espectáculo del saber. Al remontarnos a la Grecia Antigua, a los padres de la filosofía en Occidente, se quiere subrayar la superioridad de la razón, la importancia y significado de la teoría, pues *La Nueva Ciencia* de Tartaglia es una teoría, “aunque falsa es una teoría”; también se pretende identificar la filosofía con la admiración y la extrañeza toda vez que para Platón “es el saber que, al extrañarse de las contradicciones de las apariencias, llega a la visión

de lo que es verdaderamente, de las ideas”;²⁹ en cambio para Aristóteles “la función de la filosofía es la investigación de las causas y principios de las cosas”.³⁰ Se conjugan en el testimonio histórico del frontispicio dos caminos del filosofar que llevan a la teorización, a la aprehensión de las causas y de las cosas a través de los conceptos, de las ideas. En aquel santuario no hay cabida sino para los filósofos y aunque la puerta está abierta y Aristóteles la sostiene de una parte del dintorno, nadie se atreve ni siquiera a acercarse a ella. En el otro círculo, más amplio que el primero, aproximadamente nueve veces, se encuentran las damas del cuadrivium –música, aritmética, geometría y astronomía– y para cerrar, la perspectiva, de reciente admisión en el selecto grupo. En el centro aparece Tartaglia fungiendo como maestro de ceremonias, explicando las características y propiedades de las bombardas lanzadas por “las máquinas de la guerra”. El cuadrivium formaba a los estudiosos en la Edad Media. Sin embargo, aquellas ciencias liberales atraviesan el renacimiento y la época moderna porque se fundan en la cantidad, en el afán del hombre de cuantificar y establecer relaciones matemáticas entre los parámetros que los problemas determinan. El presente renacentista de la época de Tartaglia, el futuro del pensamiento moderno y de la ciencia clásica del movimiento de los cuerpos se nutrieron de las damas del cuadrivium. Esa idea general de cuantificar atraviesa un largo periodo histórico, de “larga duración”, y fue uno de los grandes logros intelectuales de Occidente, que “consistió en juntar las matemáticas y la medición y

²⁷ Citado por J. Rafael Martínez – E y J. César Guevara Bravo. Niccolo Tartaglia, *La Nueva Ciencia*, Op. Cit., p.4

²⁸ *Ibíd.*, p.5

²⁹ J. Ferreter Mora, *Diccionario de Filosofía*, E – J, Editorial Ariel, Barcelona, España, p.1273.

³⁰ *Ibíd.*, p.1273.

aplicarlas a la tarea de entender la realidad perceptible por los sentidos”;³¹ sin embargo, es pertinente señalar que si bien la cuantificación o el conocimiento de la cuantificación se remonta en Occidente a milenios de historia, solo adquiere un “gran sentido pasional” al final de la Edad Media y se articula en toda la época moderna generando una nueva mentalidad, alterando las premisas metafísicas y el contenido imaginativo de nuestra mente, tanto que los viejos estímulos provocan respuestas novedosas, llegando a producir las grandes obras del pensamiento científico moderno, en los siglos XVI y XVII.³²

En el Santuario más amplio el cuadirivium es acompañado por la perspectiva. Detrás de Niccolo Tartaglia, hacia su parte izquierda, la dama de la perspectiva completa los cinco saberes. Aquella ciencia nueva que entra al selecto grupo, representa esa gran conquista de los artistas y arquitectos por darle realismo a las escenas que representaban. Aunque los griegos habían comprendido el escorzo y los pintores helenísticos crearon la ilusión de profundidad no pudieron articular las matemáticas en el proyecto de conocer las leyes por las cuales disminuyen de tamaño de los objetos a medida que se alejan del ojo que “ve y percibe el mundo”.³³ Un siglo antes de que Tartaglia conceptualizará sobre el movimiento de los proyectiles se había producido una gran mutación en los sistemas de representación del espacio, lográndose

métodos mediante los cuales los artistas fueron capaces de darle “profundidad” a las escenas que representaban generando a través del “ojo” la sensación de que podemos tocar, palpar los cuerpos, su volumen y ubicación en el espacio tridimensional. Tiene gran sentido que la perspectiva acompañe a las damas del cuadirivium, porque para que la ciencia clásica del movimiento pudiera estructurarse y desarrollarse fue necesario que la noción de espacio pudiera ser matematizada y metrizada. Aunque en ese propósito contribuyeron filósofos, matemáticos, astrónomos, “el trabajo había sido en gran parte preparado por los artistas”.³⁴ La nueva organización espacial conlleva el paso, en nuestra conciencia, de un símbolo a la presencia real o si se quiere sustancial del objeto, creando la ilusión de lo real. Esta manera de entender el espacio está estrechamente ligada a la nueva manera de concebir y percibir la naturaleza, la cual se expresa en la nueva ciencia. Pues “la distancia entra la ‘naturaleza misma y lo logrado a partir de la pintura parecía desvanecerse gracias a la intervención de ese nuevo aparato creador de maravillas. Sólo bastaba ligar los principios ópticos y geométricos que explicaban la formación de imágenes en la cara opuesta a la apertura con las técnicas perspectivistas que harían del pintor, alguien capaz de imitar y, más aún, representar a la naturaleza”.³⁵ Los pintores y artesanos en el esfuerzo por lograr el realismo



Codex de Madrid I, muestran como Leonardo a su manera había descubierto la trayectoria parabólica.

dieron un paso y concibieron que su función estaba estrechamente ligada a la imitación de la naturaleza, describiendo lo que el “ojo” veía de la forma más realista, teniendo a la naturaleza como el fiel juez que sancionaba y le daba el veredicto a las escenas que aparecían en los lienzos. También, si el intelecto concebía una escena imaginaria que no fuera “hija de la naturaleza”, el artista la construía de tal manera que el espectador que la contemplase no dudara en que así sería la realidad. La obra se concebía como la representación verídica de la realidad. El infinito Leonardo había manifestado en su tratado sobre la pintura que: “La pintura más digna de elogio es aquella que tiene más parecido con la cosa reproducida, y dijo esto para rebatir a aquellos

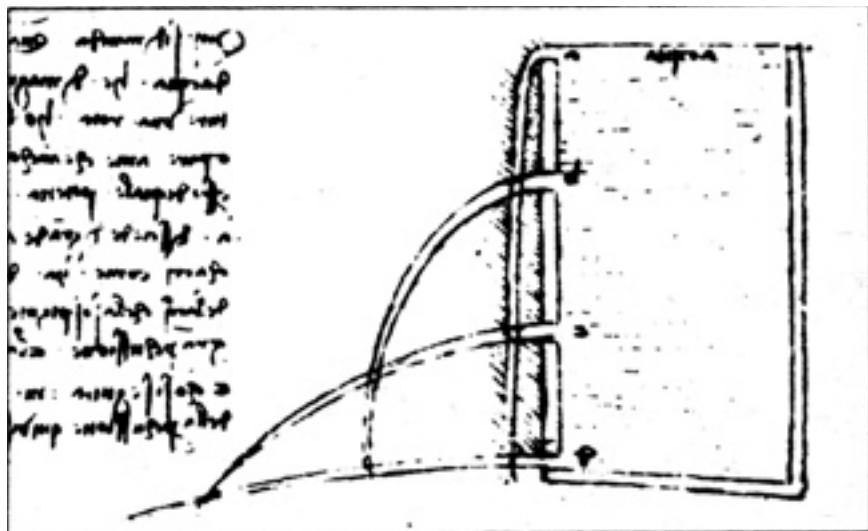
³¹ Alfred W. Crosby, *La Medida de la Realidad*, Crítica, Barcelona, España, 1988, p. 26. Este hermoso libro examina el papel de la cuantificación en la sociedad occidental entre 1250 – 1600, examinando los finales de la Edad Media y la época renacentista, señalando la mutación que la idea que cuantificación produjo en la sociedad y en el pensamiento de occidente.

³² Basta señalar que en el marco de la concepción mecanicista sobre la naturaleza y el hombre se produjeron monumentos del pensamiento humano. Las obras de Copérnico, Stevin, Kepler, Galileo, Descartes, Fermat, Harvey, Boyle, Newton definen un paradigma donde se articulan las representaciones cinemáticas y dinámicas del movimiento e interacción de los cuerpos masivos, con las construcciones lógicas y la certeza de la concepción matemática del mundo, en donde el carácter cuantitativo y la invención de los conceptos métricos fueron garantía para el triunfo de la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII.

³³ Véase al respecto, E.H Gombrich, la *Historia del Arte*, en especial el capítulo XII Titulado *La Conquista de la realidad*, editorial Debate, Madrid, 1997, pp. 224–245.

³⁴ Pierre Thuillier, *De Arquimides a Einstein*, el Capítulo III titulado *Espacio y Perspectiva en el Quattrocento*, Alianza Editorial, Madrid, pp. 124–165. En ese ensayo se examina cómo a comienzos del siglo XV en Florencia, pintores y arquitectos perfeccionaron la teorización de la perspectiva, abriendo el camino hacia la construcción de la mecánica clásica, toda vez que Geometrizaron y Metrizaron del espacio se concibían como pilares de dicha ciencia.

³⁵ Leon Battista Alberti, *De la Pintura*, Estudio preliminar de J. Rafael Martínez. E. Colección Mathema, Facultad de Ciencias, UNAM, México. D.F., 1996, p.32.



Codex de Madrid I, muestran como Leonardo a su manera había descubierto la trayectoria parabólica.

pintores que quieren mejorar las cosas naturales”.³⁶ Y el instrumento cognoscitivo que les permite a los artistas acercarse a la descripción de la naturaleza es el ojo, pues “la perspectiva es una demostración racional que nos permite comprender prácticamente cómo los objetos transmiten sus propias imágenes por medio de pirámides (concurrentes) en el ojo”.³⁷ El artista hace del ojo un instrumento para escrutar e indagar la naturaleza, y quizás para él es el sentido que menos lo engaña pues le permite conocer las cosas realmente, socorriendo al hombre “allí donde flaquea el juicio”.³⁸

Quizás podamos comprender algo de la tensión entre las representaciones artística y teórica expresada en el frontispicio de *La Nueva Ciencia* de Tartaglia, teniendo en cuenta las precisiones de los artistas y arquitectos en la construcción de una nueva manera del concebir el

espacio y por lo tanto de ubicar el sujeto en el mundo. La perspectiva hace del ojo el centro del mundo visible. Todo converge hacia el ojo y desde ahí se ordena el mundo. El ojo es una alegoría de la capacidad cognoscitiva del ser humano que el Renacimiento levantó como uno de sus grandes pilares y que le permitió al hombre “afirmarse en la escena del mundo como la obra de mayor admiración ante las otras criaturas”. La vida del hombre se nutre de nuevos espacios imaginarios, engendrados por el artificio de la perspectiva, pues sus leyes no son naturales sino que rigen los objetos tal como el ojo los contempla, contribuyendo a la construcción de una nueva cultura y de una nueva cosmovisión.³⁹ El artista que elaboró el grabado del frontispicio de *La Nueva Ciencia* se orientó hacia la naturaleza, quizás viendo los bombardas lanzadas por cañones y, a partir de ahí quiso imi-

tar lo que sucedía en la realidad, tal vez siguiendo las lecciones de Leonardo Da Vinci. En la parte baja, en el segundo santuario, observamos el disparo de dos bombardas lanzadas violentamente, con ángulos de proyección distintos, ejemplificando algunas de las características de los proyectiles. La imagen de la bombardas proyectada con mayor ángulo es un hermoso testimonio gráfico de la intuición artística que representa casi perfectamente una trayectoria parabólica. Qué diferencia con la construcción teórica de Niccolo Tartaglia representada en la trayectoria tripartita ABCDEF.

El juicio de Tartaglia se ancla en buena parte en la tradición, pues él pretende producir una nueva teoría, distinta a la concepción aristotélica de los movimientos violento y natural. Sin embargo, como “el peso de las generaciones muertas oprime como una pesadilla el cerebro de los vivos”, Tartaglia “no pudo” desprenderse completamente de la tradición y elabora una teorización en donde trata de salvar la tradición y avanza concibiendo una parte de la trayectoria BCD en donde ya el “ímpetus” agotado, entonces varía la forma de la trayectoria; ya no es ni oblicua que representa el movimiento violento ni vertical que representa el movimiento natural, pues en la tradición un cuerpo no podía tener más que un movimiento a la vez. En Tartaglia no había, como sí estaba presente en el artista, esa preocupación por representar miméticamente la naturaleza. El tenía otro interés y parece que

³⁶ Leonardo Da Vinci, *Tratado*, número 41, citado por Erwin Panofsky, *Idea*, Editorial Cátedra, Madrid, 1995, P. 47. Es importante señalar que complementaria a la concepción de imitación a la naturaleza, se articula “desde el principio en la literatura artística del Renacimiento, al igual que en la de la Antigüedad el concepto de *superación de la naturaleza*, alcanzable no sólo en cuanto que la libre fantasía creadora pueda transfigurar las imágenes más allá de los posibilidades naturales, creando así figuras totalmente nuevas, como quimeras y centauros, sino también, y sobre todo, porque eligiendo y corrigiendo la actividad menos inventiva del intelecto artístico puede y, por tanto debe traducir en forma visible un grado de belleza jamás totalmente realizado en la realidad. Junto a las exhortaciones de fidelidad a la naturaleza, continuamente repetidas, encontramos la invitación no menos enérgica a elegir siempre lo más bello entre la multiplicidad de los objetos materiales, a evitar la deformidad especialmente en lo que respecta a las proporciones...” Ibid, pp. 47-48.

³⁷ Leonardo Da Vinci, *Tratado de la Pintura*, Ediciones Akal, Madrid, 1998, p.115.

³⁸ Ibid, p.117.

³⁹ Para una comprensión de la filosofía del Renacimiento en la cual se precisa la indagación sobre el hombre, la naturaleza y la cultura, véase el bello libro de Luis Villoro, *El Pensamiento Moderno. Filosofía del Renacimiento*, Fondo de Cultura Económica, México.

partió no de la realidad sino de los constructos teóricos anteriores, para de ahí construir su teoría de la trayectoria tripartita. Dos procesos cognoscitivos distintos; el uno anclado en “el ojo como ventana del alma” y orientado quizá más hacia un “pensamiento visual” y a la formación de imágenes mentales a partir de los objetos reales percibidos a través del ojo, en donde el carácter abstracto y analítico da paso a un pensamiento que se articula en entidades psíquicas ligadas a los signos e imágenes. En ese proceso de aprehender el mundo a través del ojo, el artista se construye mediante un entrenamiento en visualización, en cómo aprende a utilizar sus ojos para poder plasmar en el lienzo, con belleza, el mundo que percibe.⁴⁰

Por otro lado nos encontramos con un pensamiento que razona a partir de “objetos eternos”,⁴¹ es decir, de “universales”, entidades que no se usan para nombrar algo singular sino de modo universal o genérico. Aquellos objetos son de naturaleza abstracta. “Entiendo por ‘abstracto’ que lo que un objeto eterno es en sí —es decir, su esencia—, es comprensible sin referencia a alguna ocasión particular de experiencia. Ser abstracto es trascender las ocasiones concretas particulares del acontecer real”.⁴² El pensamiento de Tartaglia —avanzamos en esta hipótesis de trabajo— se fundó en esos “objetos eternos” cuya finalidad era trascender la percepción inmediata de aquellos graves lanzados por las máquinas de la guerra. Su investigación teórica se centró en el carácter analítico de aquellas entidades abstractas, entendiendo ese carácter como la condición de todo “objeto eterno” de ser susceptible de análisis hasta



Los artistas y los trabajadores prácticos habían llegado a una trayectoria de tipo “moderno” mucho antes de que apareciera la prueba teórica.

un número indefinido de relaciones subordinadas de alcance limitado. Movimiento violento, movimiento natural e ímpetus son objetos abstractos que el pensamiento relaciona para dar cuenta teórica del movimiento de los proyectiles. Y así, la estructura teórica se desarrolla jerárquicamente a partir de unos “objetos eternos” hacia otros “objetos eternos”, contruidos los segundos mediante procesos lógicos de inferencia. Dos “estilos cognitivos”; el uno cimentado en el “ojo” y preocupado por imitar la naturaleza y, el otro fundado en la tradición teórica, abstracta cuya preocupación consiste en relacionar “objetos eternos” para construir un sistema teórico consistente y riguroso.

La trayectoria tripartita se nutrió de la tradición del pensamiento abstracto. Pero por el otro lado el

frontispicio lleva también aparejada análogos en la historia de la representación plástica. Se trata entonces de las bombardas, los chorros y de las imágenes del movimiento parabólico. En el siglo XV, más de un siglo antes de que Tartaglia formulara su teoría, Leonardo Da Vinci había avanzado en la comprensión de los chorros que se generan al producir agujeros en un tanque lleno de agua y, aunque no produjo la matematización correspondiente del movimiento de los proyectiles, si precisó a través de imágenes la forma propia de los fluidos que “son lanzados” con una velocidad horizontal desde una altura determinada. Veamos la imagen del *Códice Madrid I*, que nos presenta Leonardo la cual nos muestra varias caídas de agua. Esas trayectorias continuas del fluido se asemejan a parábolas, confirmando

⁴⁰ Sobre algunos aspectos ligados al examen del pensamiento visual, véase el clásico del libro de Rudolf Arnheim, *El Pensamiento Visual*; para una visión moderna sobre la construcción de lo que el sujeto ve, puede consultarse *Inteligencia Visual* de Donald D. Hoffman; Gerald Holton ha estudiado la relación entre imaginación y ciencia, remitiéndose a hechos históricos, especialmente el caso Galileo Galilei en donde la *imaginación icónica* fue esencial en la construcción de la ciencia moderna; véase la *imaginación en la ciencia*, en *Einstein, histórica y otras pasiones*, Gerald Holton, Editorial Taurus, Madrid, 1998, pp.111-142.

⁴¹ En este apartado se recogen de manera muy esquemática algunos aspectos de la indagación realizada por Alfred North Whitehead en su libro *La ciencia y el mundo moderno*, especialmente el capítulo X titulado *abstracción*. Aunque el texto de Whitehead fue publicado en 1925, la indagación sobre el problema del pensamiento abstracto que presenta es fundamental a la hora de tratar de pensar los problemas epistemológicos ligados a la construcción del pensamiento moderno. El término “objetos eternos” lo utiliza el autor para referirse a los “universales”, señalando que ellos son por naturaleza abstractos.

⁴² Alfred North. Whitehead, *La Ciencia y el Mundo Moderno*, Editorial Losada, SA, Buenos Aires, 1949, p.193.

el poder del pensamiento visual, del ojo como instrumento cognoscitivo en la metodología de Leonardo y del Renacimiento para comprender la naturaleza. ¿La forma de los chorros de agua es semejante al movimiento de una bala de cañón? ¿La percepción de la continuidad del movimiento del fluido contribuye a la facilidad de su representación? ¿El carácter discreto, puntual de las balas de cañón dificulta la percepción de una trayectoria continua? ¿La representación parabólica de los graves lanzados por el aire se dificulta por su carácter discreto? Quizás este aspecto de lo discreto y continuo sea significativo a la hora de examinar los procesos preceptuales que apenas reseñamos en estas reflexiones— y las correspondientes representaciones. Sin embargo, en la historia de “la imaginería” de la ciencia es de destacar que los artistas orientados a la investigación de la naturaleza veían trayectorias continuas casi parabólicas en el movimiento de los chorros y de las bombardas. De igual importancia es la imagen que también aparece en el *Códice Madrid I*, la cual posee un gran significado en el proceso de mutación que se venía generando en el Renacimiento en relación a la nueva concepción del movimiento. La imagen que Leonardo ha dibujado “al representar una familia de curvas continuas y casi parabólicas, da pruebas de su preocupación por la racionalización geométrica. Es cierto que no ofrece ecuaciones ni demostraciones; pero, en el texto que acompaña este dibujo, nos dice que las trayectorias resultan de la combinación de dos movimientos: ‘natural’ (debido al peso) y un mo-

vimiento ‘accidental’ (debido al un pulso inicial)”.⁴³ Leonardo en el siglo XV, cien años antes de Tartaglia, ya había intuido, rompiendo la concepción aristotélica de la imposibilidad de la combinación de los movimientos, que la trayectoria parabólica de las bombardas y los chorros podía ser racionalmente explicada a través del movimiento debido al peso y de aquel asociado con la velocidad inicial. Casi dos siglos después de Leonardo, Galileo articularía matemáticamente el movimiento uniformemente acelerado que nos brinda la naturaleza en la dirección vertical y el movimiento con velocidad constante en el eje horizontal para construir las ecuaciones cinemáticas del movimiento de los graves lanzados por las máquinas de la guerra.⁴⁴ Se conjuga la imagen de los chorros con la de las bombardas en donde Leonardo representa magistralmente lo que ve ante sus ojos. En nada tienen que ver las trayectorias tanto discretas como continuas representadas por Leonardo con la concepción tripartita de Tartaglia. Esas representaciones gráficas, esos dibujos tenían entre otras funciones contribuir a quebrantar los antiguos esquemas perceptivos, pues “nuestra forma de ver los objetos está condicionada en gran parte por lo que hemos aprendido. Unas interpretaciones aceptadas desde hace siglos constituyen verdaderas ataduras para la percepción; ataduras tanto más difíciles de romper cuanto que a menudo escapan a la conciencia de los interesados. Para que una ciencia nueva pudiera hacerse posible era necesario desembarazarse de los representaciones elaboradas por

los teóricos precedentes. El papel de los artistas, en esta tarea, fue muy considerable, pues al dibujar curvas continuas (y ya no tripartitas), socavaban en particular la teoría de *ímpetus*”.⁴⁵ Pero no solamente eso sino que hacían de la imagen una representación fundamental en el proceso del conocimiento científico, señalando los límites de las representaciones y de manera particular de la representación analítica.

En el apartado anterior hemos querido resaltar cómo las imágenes de Leonardo sobre los chorros y las bombardas prefiguran el testimonio del frontispicio de *La Nueva Ciencia* de Niccolo Tartaglia y poseen un importante significado en la comprensión de la ciencia de la mecánica y de la construcción del pensamiento moderno. Antes y después de *La Nueva Ciencia* los artistas representaron realistamente los chorros y las bombardas como movimientos parabólicos.⁴⁶ Ya por el año de 1450 Ticiano representó magistralmente en su *Venus, cupido y organista* aspectos centrales de la nueva visión del mundo que se estaba construyendo. En la escena erótica hace presencia la naturaleza y mediante el manejo de la luz y los colores encontramos muy natural la representación, el lugar de los personajes, su composición, la bella pose de Venus en el lecho con los pliegues de la colcha que contrasta con el color de la piel y su textura. La presencia del campo verde que se pierde en el azul infinito del cielo quizás relieves la mirada renacentista sobre el lugar y función de la naturaleza en la cosmovisión moderna, pues en los siglos XV y XVI los artistas se afincaron en la idea de que

⁴³ Pierre Thuiller, Op. cit., p.265.

⁴⁴ En su libro *Consideraciones Matemáticas Sobre Dos Nuevas Ciencias*, Galileo Galilei, en 1638, funda matemáticamente la ciencia de la cinemática, demostrando las ecuaciones que rigen el movimiento de los proyectiles, apoyándose en la idea central que intuitivamente ya Leonardo había expresado, consistente en la composición de movimientos.

⁴⁵ Pierre Thuiller, Op. Cit, Capítulo VII, *Del Arte a la Ciencia: El Descubrimiento de la Trayectoria Parabólica*, pp.265–266.

⁴⁶ Desde la perspectiva que estamos examinando, es decir, del papel de la imagen en el pensamiento moderno es importante la investigación iconográfica ligada a la representación del movimiento parabólico en la plástica de la época Renacentista y de los tiempos modernos, toda vez que ella contribuiría a la construcción de una visión más integral de la historia de la ciencia. Basta señalar los trabajos de El Bosco, Rubens, Ticiano en los cuales encontramos reiteradamente alusiones a la representación parabólica y a la nueva concepción espacial.



Tiziano. Venus, cupido y organista

el arte no sólo servía para plasmar temas sagrados o mitológicos, sino también para representar fielmente el mundo real. El mirar hacia la naturaleza fue una constante que en el campo de la ciencia significó la búsqueda de las leyes que regulan el comportamiento del universo, tanto celeste como terrestre. Desde el punto de vista compositivo la representación de la profundidad debida al uso de la técnica perspectiva, recientemente admitida en el selecto grupo de las damas de cuadrivio, produce en el espectador una frescura apenas comparable a la hermosa mirada de Venus que desatiende por un instante la armonía musical. En el contexto de un ambiente erótico

el organista contempla con una mirada preñada de deseo el cuerpo desnudo de Venus que, respondía en muchos detalles al ideal Renacentista; la acompaña cupido quien le habla al oído como cómplice de la escena. En un segundo plano vemos la naturaleza incorporada al cuadro, quizás una ventana que nos permite percibir la frescura del verde y del infinito, conjugándose con el erotismo. También encontramos en ese segundo plano una fuente con una base en forma de copa y sobre ella una figura humana que sostiene un jarrón que vierte agua... ¡Chorros! ¡Trayectorias parabólicas! ¡Trayectorias continuas casi parabólicas! Pero también en

el fondo el observador se pierde en el infinito, en el punto de fuga, en la profundidad de la escena. Esta imagen del Renacimiento es fiel testimonio de una época, de un período de la historia del pensamiento humano, preocupado, entre otros aspectos, por desentrañar las leyes del comportamiento de los graves lanzados violentamente por el aire. No sólo disfrutamos de la obra por su belleza y significado –aspecto que escasamente sugerimos– sino que tratamos de entenderla como un hecho o evento que nos ayuda a construir otra lectura, diferente de la visión ortodoxa, de la historia de la ciencia. ⚙